

[20]

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 61193411 A  
(43) Date of publication of application: 27.08.1986

(51) Int. Cl H01F 27/32

(21) Application number: 60031622  
(22) Date of filing: 21.02.1985

(71) Applicant: HITACHI LTD  
(72) Inventor: KUBO HIROBUMI  
HOSAKA SHIGEO

### (54) THIN INSULATOR AND MANUFACTURE THEREOF AND RESIN MOLDED COIL EMPLOYING THIS THIN INSULATOR

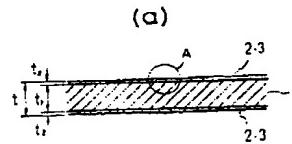
#### (57) Abstract:

**PURPOSE:** To enable to secure excellent adhesive strength and heat conductivity without performing a special surface treatment even after impregnated resin is hardened by a method wherein grain-formed electric insulating material, having the coefficient of thermal conductivity higher than thermosetting resin, is dispersed into the thermosetting resin impregnated into a fibrous base material.

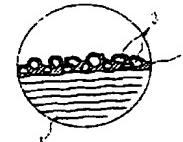
**CONSTITUTION:** A closely woven glass fiber cloth and the like is used for the fiber-like base material 1 which is a reinforcing material of thin insulator, and the thickness ( $t_1$ ) of the base material 1 is 0.18mm or thereabout, for example. The thermosetting resin 2 selected from epoxy resin, polyester and the like is filled in the gap of the fibrous base material, the resin 2 is impregnated in such a manner that the surface of the base material is thinly coated with it, and the resin is brought into a semicured state. When the average film thickness of said thermosetting resin 2 coated on the surface of the base material is ( $t_2$ ), the

entire thickness ( $t$ ) of the thin insulating material becomes  $t=t_1+2t_2=0.23W0.25mm$  or thereabout. A grain-like electric insulating material 3, having the coefficient of thermal conductivity higher than that of the thermosetting resin 2, is dispersed in the thermosetting resin 2. Silica and the like of 200 $\mu m$  or less in grain diameter can be used as the electric insulating material 3.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio



(a)



(b)

Best Available Copy

## ⑪ 公開特許公報 (A) 昭61-193411

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>  
H 01 F 27/32識別記号  
厅内整理番号  
8323-5E

⑥公開 昭和61年(1986)8月27日

審査請求 未請求 発明の数 3 (全6頁)

⑦発明の名称 薄葉絶縁物とその製造方法およびこの薄葉絶縁物を用いた樹脂モールドコイル

⑧特願 昭60-31622

⑨出願 昭60(1985)2月21日

⑩発明者 久保 博文 新潟県北蒲原郡中条町大字富岡46番地1号 株式会社日立製作所中条工場内

⑪出願人 保坂 繁夫 日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑫代理人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑬弁理士 中村 純之助

## 明細書

## 1. 発明の名称

薄葉絶縁物とその製造方法およびこの薄葉絶縁物を用いた樹脂モールドコイル。

## 2. 特許請求の範囲

(1) 繊維質基材と、該繊維質基材に含浸され半硬化状態にされた熱硬化性樹脂と、該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持ち該熱硬化性樹脂中に分散した粒子状の電気絶縁体とを含んでなる薄葉絶縁物。

(2) 液状の熱硬化性樹脂と、該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持ち該熱硬化性樹脂中に分散した粒子状の電気絶縁体とを含む含浸材料に繊維質基材を漫漬する工程と、次いで含浸材料から引き上げた繊維質基材をそれに含浸された熱硬化性樹脂が半硬化状態になるまで加熱する工程とからなる薄葉絶縁物の製造方法。

(3) 導電コイルと、該導電コイルの内外周を覆った薄葉絶縁物と、該導電コイルの軸方向端部を

覆った樹脂層とを有する樹脂モールドコイルにおいて、上記薄葉絶縁物は、繊維質基材と、該繊維質基材に含浸され硬化状態にされた熱硬化性樹脂と、該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持ち該熱硬化性樹脂中に分散した粒子状の電気絶縁体とを含んでなることを特徴とする樹脂モールドコイル。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔発明の利用分野〕

本発明は、電気機器の絶縁材料として有用な熱伝導性、接着性の優れた薄葉絶縁物とその製造方法およびこの薄葉絶縁物を用いた樹脂モールドコイルに関するものである。

## 〔発明の背景〕

従来から電気絶縁材料として用いられている繊維強化プラスチック材 (FRP) の一種に、プリプレグとよばれる薄葉絶縁物がある。

プリプレグは、厚さ 0.2mm 程度のシート状またはテープ状の繊維質基材 (ガラス繊維布、ポリエチレン繊維布等) に熱硬化性樹脂 (エポキシ樹脂)

ポリエスチル樹脂等)を含浸し半硬化状態とした、可撓性を有する薄葉絶縁物であり、これで電気機器のコイル等の導電部分を覆い、含浸樹脂を加热・硬化させると、非吸湿性の強固な絶縁被覆が形成されることから、モールド金型の不要な樹脂モールドコイルの製造などに利用されているが、従来のプリプレグには熱伝導性と硬化後の接着性について配慮が欠けていた。

熱伝導性について言うならば、従来のプリプレグは繊維と樹脂だけでできているため、熱伝導率<sub>10</sub>はたかだか  $10 \sim 15 \times 10^{-4} \text{ cal/cm \cdot sec \cdot }^{\circ}\text{C}$  程度(ガラス繊維とエボキシ樹脂とを組合せた場合)で、このような従来のプリプレグを用いて導電コイルの絶縁被覆を形成した場合、コイル表面からの放熱が十分に行なわれず、したがってコイル導体の電流密度を高くとれなかった。

また、接着性については、加熱硬化の過程で樹脂が軟化した状態では他物と良く接着するが、硬化完了後は表面が平滑であるため、第3図に示すように導電コイル<sub>17</sub>の内外周を覆う薄葉絶縁物<sub>20</sub>

. 3 .

を必要としない良好な接着性を有する薄葉絶縁物を提供することにある。

他の目的は、このような薄葉絶縁物を品質のムラなく経済的に製造できる方法を提供することにある。

さらに他の目的は、上記のような薄葉絶縁物の性質を利用して、より小形軽量で安価であり、かつ信頼性の高い樹脂モールドコイルを提供することにある。

#### [発明の概要]

本願の第1の発明は、繊維質基材と、該繊維質基材に含浸され半硬化状態にされた熱硬化性樹脂と、該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持ち該熱硬化性樹脂中に分散した粒子状の電気絶縁体とを含んでなる薄葉絶縁物である。

第2の発明は、液状の熱硬化性樹脂と、該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持ち該熱硬化性樹脂中に分散した粒子状の電気絶縁体とを含む含浸材料に繊維質基材を浸漬する工程と、次いで含浸材料から引き上げた繊維質基材をそれに含浸され

<sub>11a, 11b</sub>として従来のプリプレグを用い、導電コイル<sub>17</sub>の加熱乾燥後、該導電コイルの軸方向端部にパテ状樹脂または液状樹脂<sub>18</sub>を充填してモールド金型の不要な樹脂モールドコイルを製造する場合、コイル乾燥工程で完全硬化した薄葉絶縁物<sub>11a, 11b</sub>と後から充填された樹脂層<sub>18</sub>との接着力が弱く、機器使用中の温度変化により薄葉絶縁物<sub>11a, 11b</sub>と樹脂層<sub>18</sub>との剥離が生じて樹脂モールドコイルの信頼性を低下させる恐れがある。このため、従来のプリプレグをこのような樹脂モールドコイルの製造に用いる場合には、コイル乾燥時に硬化したプリプレグの樹脂層<sub>18</sub>と接着する部分の表面をあらかじめ機械的にあらしたり、加熱硬化時に樹脂を含まない繊維等の補強材を表面に付着させるなど、接着性を改善する特別な表面処理を必要とし、コスト高になっていた。

#### [発明の目的]

本発明の目的は、従来のプリプレグと同等の機能に加えて機器の放熱を促進する優れた熱伝導性と、含浸樹脂の硬化後においても特別な表面処理

. 4 .

た熱硬化性樹脂が半硬化状態になるまで加熱する工程とからなる薄葉絶縁物の製造方法である。

さらに第3の発明は、導電コイルと、該導電コイルの内外周を覆った薄葉絶縁物と、該導電コイルの軸方向端部を覆った樹脂層とを有する樹脂モールドコイルにおいて、上記薄葉絶縁物は、繊維質基材と、該繊維質基材に含浸され硬化状態にされた熱硬化性樹脂と、該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持ち該熱硬化性樹脂中に分散した粒子状の電気絶縁体とを含んでなることを特徴とする樹脂モールドコイルである。

#### [発明の実施例]

以下、本発明の実施例を図面により説明する。

第1図は本発明による薄葉絶縁物の一実施例を示し、(a)はその断面略図、(b)はそのA部拡大図である。

薄葉絶縁物の強化材である繊維質基材<sub>1</sub>としては、目の細かいガラス繊維布、ポリエスチル繊維布等をシート状またはテープ状としたものが使用され、基材<sub>1</sub>の厚さ<sub>11</sub>は、例えば0.18mm程度であ

. 5 .

—50—

. 6 .

る。

エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂等のうちから選択された熱硬化性樹脂2は、繊維質基材1のすき間を充填するとともに、基材1の表面を薄く覆うように含浸され、半硬化(セミキュア)状態にされている。基材1の表面を覆う熱硬化性樹脂2の平均膜厚を $t_1$ とすると、薄葉絶縁物全体の厚さ $t$ は $t = t_1 + 2t_2 = 0.23 \sim 0.25\text{ mm}$ 程度になる。

この薄葉絶縁物は、熱硬化性樹脂2の中に該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持つ粒子状の電気絶縁体3を分散させてある点が従来のプリプレグと異なる。

次に、電気絶縁体3として使用することができる材料を例示する。

材 料 名	熱伝導率(cal/cm·sec·°C)
シリカ	$230 \times 10^{-4}$
アルミナ	$600 \sim 700 \times 10^{-4}$
酸化マグネシウム	$1000 \sim 1300 \times 10^{-4}$
ポロンナイトライド	$400 \sim 700 \times 10^{-4}$
ムライト	$130 \times 10^{-4}$

7

実施するための装置の一例を示す説明図である。エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂等の液状の熱硬化性樹脂に硬化剤と該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持つ先に例示したような粒子状の電気絶縁体とを所定の割合で混合した含浸材料4を含浸槽5に入れ、図示しない搅拌機等を用いて含浸材料4を均一に混合した状態に保っておく。

ドラム6から繰り出されたガラス繊維、ポリエステル繊維等からなるシート状またはテープ状の繊維質基材1を上部ローラ群7と下部ローラ群8によりジグザグ状に導き、その間に赤外線ランプ9等による予熱処理を経て、繊維質基材1を含浸槽5内の含浸材料4に漫漬する工程と、含浸槽5から引き上げられた繊維質基材1を含浸された熱硬化性樹脂が半硬化(セミキュア)状態になるまで赤外線ランプ10等の加熱手段を用いて加熱する工程とを必要に応じて2回以上繰り返し行なうことにより得られた製品(薄葉絶縁物)11をポリエチレンフィルム等の非接着性のセバレータ12と重ねてドラム13に巻き取る。

これらのうちから選んだ1種または2種以上の材料を粒径200μm以下(実用的には5~100μm)の粒子状とし、熱硬化性樹脂2中に分散させて用いる。これら材料の熱硬化性樹脂との混合率は容積比で最高60%程度(通常40~50%)とすることことができ、その分高価な樹脂を節約できる。

熱硬化性樹脂2として通常用いられるエポキシ樹脂の熱伝導率は $5 \times 10^{-4}\text{ cal/cm·sec·°C}$ 程度であるから、上記のような熱伝導率のより高い粒子状の材料を樹脂中に分散させれば、含浸材料の熱伝導性が大幅に向上去ることは明らかであり、このような含浸材料を用いた薄葉絶縁物は、樹脂だけを含浸した従来のプリプレグに比べ少なくとも1.5~3倍程度熱伝導性が向上する。

それに加えて、この熱硬化性樹脂2と粒子状の電気絶縁体3とを含む含浸材料で覆われた薄葉絶縁物の表面は第1図(b)に示すような無数の凹凸を持つ粗面になるので、平滑な表面を持つ従来のプリプレグに比べて表面の接着性も向上する。

第2図は本発明による薄葉絶縁物の製造方法を

8

こうすることにより、第1図に示したような繊維質基材1と、該繊維質基材に含浸され半硬化状態にされた熱硬化性樹脂2と、該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持ち該熱硬化性樹脂中に分散した粒子状の電気絶縁体3とを含んでなる薄葉絶縁物を品質のムラなく、かつ比較的簡単な設備で経済的に製造することができる。

粒子状の電気絶縁体を混入した熱硬化性樹脂を繊維質基材に含浸するには、上述した浸漬法のほかに、吹付け、滴下等の他の手段を用いることもできる。

第3図は本発明による薄葉絶縁物を用いた樹脂モールドコイルの一例を示し、(a)は巻線完了直後の状態図、(b)はモールドコイル完成後の状態図である。

この樹脂モールドコイルは、たとえば次のような工程で作られる。まず、第3図(a)に示すように離型剤を塗布した巻心14の上に、第1図、第2図により説明した本発明による薄葉絶縁物11aを巻回し、その上にコイル導体15を通常用いられる幅

9

間絶縁物（ポリエステルフィルム、芳香族ポリアミド紙等）16とともに多匝に巻回して導電コイル17を形成し、この導電コイル17の上に再び上記と同様な薄葉絶縁物11bを巻回する。

この内外周が薄葉絶縁物11a, 11bで覆われた導電コイル17を巻心14とともに硬化炉に搬入して、導電コイル17を乾燥処理すると同時に、薄葉絶縁物11a, 11b中の半硬化状態にあった熱硬化性樹脂を硬化させ、その硬化完了後に巻心14を抜き取る。

次に、第3図(b)に示すように薄葉絶縁物11a, 11bで覆われない導電コイル17の軸方向端部と薄葉絶縁物11a, 11bのコイル端部から突出した部分とで囲まれた空所に樹脂層18を形成する高粘度パテ状樹脂（例えば、日立化成株式会社製品KE-510パテ状樹脂）を充填し、再び硬化炉に搬入して上記パテ状樹脂を硬化させることにより、内外周が薄葉絶縁物11a, 11bで覆われ、軸方向端部が樹脂層18で覆われた樹脂モールドコイルが完成する。

本実施例の樹脂モールドコイルは、繊維質基材

と、該繊維質基材に含浸され硬化状態にされた熱硬化性樹脂と、該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持ち該熱硬化性樹脂中に分散した粒子状の電気絶縁体とを含んでなる熱伝導性の優れた薄葉絶縁物11a, 11bで内外周が覆われ、これら薄葉絶縁物11a, 11bと導電コイル17とは薄葉絶縁物11a, 11b中の熱硬化性樹脂を介して接着されているので、コイル内外周を覆う薄葉絶縁物として従来のプリプレグを用いた場合に比べ、コイル表面からの放熱効果は大幅に向上し、したがってコイル導体15の電流密度が高くとれ、樹脂モールドコイルの小型量化が可能となる。

また、薄葉絶縁物11a, 11bの樹脂層18と接する面は、薄葉絶縁物11a, 11b中の樹脂の硬化後においても第1図(b)に示すような凹凸を持った粗面になっているので、凹凸による表面積の拡大や機械的な引っ掛け効果等により、特別な表面処理を施さなくとも後から充填される樹脂層18と良く接着し、薄葉絶縁物11a, 11bと樹脂層18の接着不良によるコイルの絶縁低下を防止することができる。

· 11 ·

さらに、薄葉絶縁物11a, 11b中の熱硬化性樹脂にシリカ、アルミナ等の熱伝導性の良い粒子状の電気絶縁体を混入したことは、薄葉絶縁物の中心部と表面部との温度差を小さくして温度変化による熱応力を低減するとともに、これら薄葉絶縁物により形成される絶縁被覆の機械的強度を高め、耐クラック性を向上させる効果もある。

樹脂層18は硬化剤、充填材等を添加した通常の液状樹脂の注入によって形成することもでき、この場合もパテ状樹脂を用いた場合と同等の効果が得られる。

第4図は本発明による薄葉絶縁物を用いた樹脂モールドコイルの他の例を示す。

本実施例は、導電コイル17の層間にも通常の層間絶縁物（ポリエステルフィルム、芳香族ポリアミド紙等）に代えて、コイル内外層を覆う薄葉絶縁物11a, 11bと同様の薄葉絶縁物11cを介在させたものである。すなわち、第1図に示したように繊維質基材1と、該繊維質基材に含浸され半硬化状態にされた熱硬化性樹脂2と、該熱硬化性樹脂

よりも高い熱伝導率を持ち該熱硬化性樹脂中に分散した粒子状の電気絶縁体3とを含んでなる薄葉絶縁物11cをコイル導体15とともに巻回して導電コイル17を形成し、コイル乾燥時に上記薄葉絶縁物11cとコイル内外周を覆う薄葉絶縁物11a, 11bの含浸樹脂を同時に加熱硬化させるものである。その後、第3図の実施例と同様に、パテ状樹脂または液状樹脂を用いて導電コイル17の軸方向端部を覆う樹脂層18を形成する。

このように構成すると、薄葉絶縁物11c中の含浸樹脂が硬化する過程で、含浸樹脂の一部が融け出して上記薄葉絶縁物11cとコイル導体15との間に残存していた空気層を埋めるため、コイル内部からコイル表面への熱伝導の妨げとなる空気層をなくすことができ、しかも上記薄葉絶縁物11cは従来のプリプレグ（熱伝導率 $10 \sim 15 \times 10^{-4} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ ）より少なくとも $1.5 \sim 3$ 倍程度高い熱伝導率を持ち、通常層間絶縁物として用いられているポリエステルフィルム（熱伝導率 $3 \sim 4 \times 10^{-4} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ ）等に比べ熱伝導性がはるかに優れ

ているので、樹脂モールドコイル全体としての熱伝導性は第3図の実施例よりさらに向上し、放熱効果が上がることにより、コイル導体15の電流密度をより高くとることが可能となる。

また、コイル導体15が薄葉絶縁物11c中の含浸樹脂により固定されるため、短絡時の電磁力に対するコイルの機械的強度も一段と向上する。

#### [発明の効果]

本願の第1の発明によれば、繊維質基材に含浸された熱硬化性樹脂中に該熱硬化性樹脂よりも高い熱伝導率を持つ粒子状の電気絶縁体を分散させたことにより、従来のプリプレグに比べて熱伝導性に優れ、かつ含浸樹脂の硬化後においても特別な表面処理を要せずに良好な接着性を確保でき、電気機器の絶縁材料として有用な薄葉絶縁物が得られ、第2の発明によれば、このような薄葉絶縁物を品質のムラなく、経済的に製造することができる。

さらに第3の発明によれば、上記第1の発明に係る薄葉絶縁物を用いて樹脂モールドコイルのコ

イル内外周を覆う絶縁被覆を構成したことにより、上記薄葉絶縁物の持つ優れた熱伝導性を利用して、コイルの放熱効果を上げることができ、その結果、コイル導体の電流密度を高くとれることから、より細い導体の使用が可能となり、樹脂モールドコイルを一段と小形軽量化できるとともに、上記薄葉絶縁物が含浸樹脂の硬化後においても良好な接着性を有することから、コイル内外周を覆う上記薄葉絶縁物とコイル端部を覆う樹脂層とを容易、かつ確実に接着させることができ、絶縁に対する信頼性を十分に確保できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a), (b)は本発明による薄葉絶縁物の一実施例を示す概略断面図およびそのA部拡大図、第2図は本発明による薄葉絶縁物の製造方法を実施するための装置の一例を示す説明図、第3図は本発明による樹脂モールドコイルの一実施例図で、(a)は巻線完了直後の状態を示す一部切断した側面図、(b)は完成状態を示す同上図面、第4図は本発明による樹脂モールドコイルの他の実施例を示す

15

16

同上図面である。

- |                            |            |
|----------------------------|------------|
| 1 : 繊維質基材                  | 2 : 熱硬化性樹脂 |
| 3 : 粒子状の電気絶縁体              |            |
| 4 : 含浸材料                   | 10 : 加熱手段  |
| 11 : 薄葉絶縁物                 |            |
| 11a, 11b : コイル内外周を覆った薄葉絶縁物 |            |
| 17 : 導電コイル                 |            |
| 18 : コイル端面を覆った樹脂層          |            |

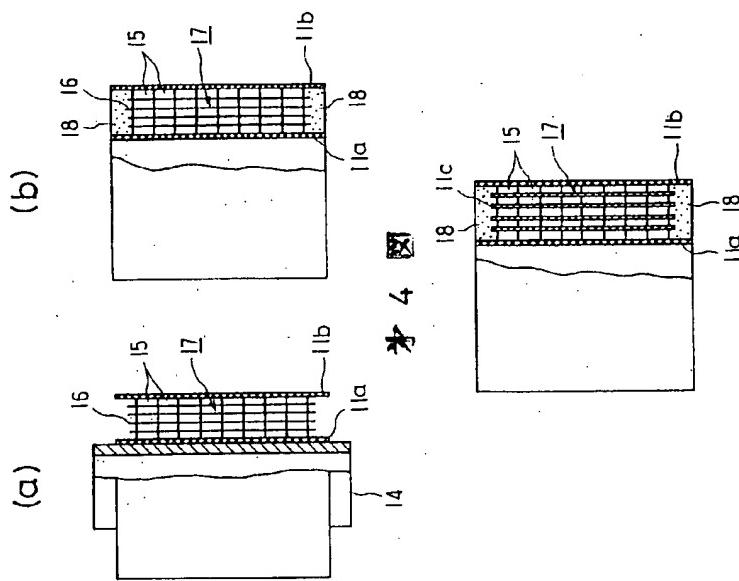
代理人弁理士 中村純之助

17

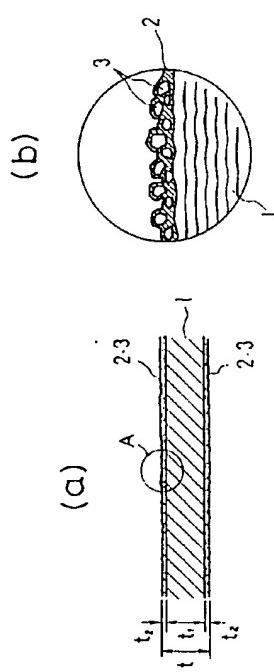
—53—

Best Available Copy

第3図



第1図



第2図

